

5

INJEKTOR FÜR KRAFTSTOFF-EINSPRITZSYSTEME VON
BRENNKRAFTMASCHINEN, INSBESONDERE VON
DIREKTEINSPRITZENDEN DIESELMOTOREN

10

Stand der Technik

15

Die Erfindung bezieht sich auf einen Injektor nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

20

Ein Injektor der vorbezeichneten Art ist Gegenstand der (nicht vorheröffentlichten) DE ... (R.305 558). Vorteile dieses bekannten Injektors liegen in seinem vglw. unkomplizierten Aufbau (wenig Einzelteile) und in der direkten Steuerung der Düsennadel durch den Piezoaktor. Die Geschwindigkeit der Düsennadelbewegung kann über den Spannungsverlauf des Piezoaktors eingestellt werden. Außerdem zeichnet sich der bekannte Injektor dadurch aus, dass er ohne einen Kraftstoff-Rücklauf auskommt.

25

Vorteile der Erfindung

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, mit vglw. einfachen Mitteln eine Möglichkeit zur stufenweisen Ansteuerung und Betätigung des Düsenaustritts zu schaffen.

30

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe bei einem Injektor der eingangs bezeichneten Art durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

Vorteilhafte Ausgestaltungen des Grundgedankens der Erfindung enthalten
5 die Patentansprüche 2 - 9 .

Durch die Erfindung wird es vorteilhafterweise möglich, den Düsenaustritt
stufenweise zu betätigen, indem man die beiden Düsennadeln - durch
entsprechende Spannungsbeaufschlagung des Piezoaktors - nacheinander
10 ansteuert. Das erfindungsgemäße System hat außerdem den Vorteil, ohne
Rücklauf auszukommen.

Zeichnung

15 In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt, das
im Folgenden detailliert beschrieben wird. Es zeigt (jeweils schematisch):

Fig. 1 eine Ausführungsform eines direktgesteuerten Common-
Rail-Injektors mit Piezoaktor, im vertikalen Längsschnitt,

20 Fig. 2 einen unteren Teilbereich des Injektors nach Fig. 1, in
gegenüber Fig. 1 vergrößerter Darstellung, und

Fig. 3 - in Diagrammdarstellung - die vom Piezoaktor auf den Über-
setzerkolben aufgebrachte Kraft, aufgetragen über dem Hub
25 des Piezoaktors.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

In Fig. 1 und 2 bezeichnet 10 einen zylindrischen Injektorkörper mit einer
30 durchgehenden, auf dem überwiegenden Teil ihrer Längserstreckung
zylindrischen Ausnehmung 11. An ihrem oberen Ende besitzt die
Ausnehmung 11 zunächst einen sich konisch verjüngenden Abschnitt 12,

5 der in einen rechtwinklig abgebogenen, schließlich nach außen mündenden
Abschnitt 13, 14 übergeht. In dem mit 15 bezifferten zylindrischen Abschnitt
der Ausnehmung 11 ist ein ebenfalls zylindrischer Piezoaktor 16
vergleichsweise großer Längserstreckung angeordnet, dessen Durchmesser
kleiner ist als der Innendurchmesser des Ausnehmungsabschnitts 15.
10 Hierdurch ergibt sich zwischen der Außenwand des Piezoaktors 16 und der
Innenwandung des Injektorkörpers 10 ein Ringraum 17. Zur hierzu
erforderlichen Zentrierung des Piezoaktors 16 innerhalb des Injektorkörpers
10 dient zum einen der konische Abschnitt 12 der axialen Ausnehmung 11.
Zum anderen können bei Bedarf in dem Ringraum 17 in bestimmten axialen
15 Abständen voneinander fluiddurchlässige Distanzscheiben vorgesehen sein
(nicht gezeigt).

Der obere, abgewinkelte Abschnitt 13, 14 der Ausnehmung 11 fungiert als
Kabeldurchführung für die Stromversorgung des Piezoaktors 16.

20 Am oberen Ende des Injektorkörpers 10 ist eine Kraftstoffzuführung 18, z.B.
Hochdruckanschluss eines Common-Rail-Systems, vorgesehen, die über
einen Druckkanal 19 mit dem Ringraum 17 in hydraulischer Verbindung
steht.

25 An das untere Ende des Injektorkörpers 10 und coaxial zu diesem schließt
sich ein Düsenkörper 20 an, der eine erste Düsennadel 21 aufnimmt. Der
Düsenkörper 20 ist mittels einer Überwurfmutter (Spannmutter) 22 an dem
Injektorkörper 10 befestigt, derart, dass er mit einer rückseitigen Stirnfläche
23 an einer unteren Stirnfläche 24 des Injektorkörpers 10 dichtend zur
30 Anlage kommt.

Zur Aufnahme der ersten Düsennadel 21 besitzt der Düsenkörper 20 einen
nach oben hin offenen, mehrfach abgestuften Innenraum 25, der unten einen

in mehrere Düsen-Austrittsbohrungen 26 bis 29 ausmündenden konischen
5 Ventilsitz 30 bildet.

An ihrem oberen Ende besitzt die erste Düsennadel 21 einen Abschnitt 31
größeren Durchmessers, der in einen zylindrischen Innenraum 32 eines
hülsenförmigen, nach unten offenen Übersetzerkolbens 33 eingepasst ist.
10 Den oberen Abschluss des Übersetzerkolbens 33 bildet ein Bund 34. Eine in
dem Ringraum 17 - hierbei den Übersetzerkolben 33 umschließend -
angeordnete, sich einerseits an der Stirnfläche 23 des Düsenkörpers 20,
andererseits am Bund 34 des Übersetzerkolbens 33 abstützende Schrauben-
druckfeder 35 hält den Übersetzerkolben 33 mit dem Piezoaktor stirnseitig in
15 Anlage. Durch den von der Druckfeder 35 über den Übersetzerkolben 33 auf
den Piezoaktor 16 in Pfeilrichtung 36 wirkenden Druck wird der Piezoaktor 16
an seiner Oberseite 37 gegen den Injektorkörper 10 abgedichtet, und der
elektrische Anschluss (nicht gezeigt) kann somit durch die abgewinkelten
Bohrungen 13, 14 aus dem Injektorkörper 10 herausgeführt werden.

20 Eine - insbesondere aus Fig. 2 ersichtliche - Besonderheit besteht darin,
dass die erste Düsennadel 21 eine durchgehende, konzentrische, durch
einen Absatz 38 abgestufte Axialausnehmung 39 aufweist, in der eine
ebenfalls durch einen Absatz 40 entsprechend abgestufte zweite Düsennadel
25 41 axial verschieblich eingepasst ist.

Im unteren Teil des Düsenkörpers 20 ist - als Bestandteil des Düsenkörper-
Innenraumes 25 - ein die erste Düsennadel 21 konzentrisch umgebender
zylindrischer Druckraum 42 ausgebildet, der über Bohrungen 43, 44 im
30 Düsenkörper 20 und einen zwischen dem Düsenkörper 20 und der
Spannmutter 22 ausgebildeten Ringraum 45 mit dem Ringraum 17 des
Injektorkörpers 10 hydraulisch verbunden ist.

Der Innenraum 25 des Düsenkörpers 20 weist oben eine abgestufte
Durchmessererweiterung 46 auf, in der der Übersetzerkolben 33 so geführt
5 ist, dass ein in dem erweiterten Innenraumteil 46 unterhalb des
Übersetzerkolbens 33 ausgebildeter erster Steuerraum 47 über einen
Leckspalt 48 (s. insbesondere Fig. 2) mit dem Ringraum 17 des
Injektorkörpers 10 in hydraulischer Verbindung steht. Ein Abschnitt 49 des
Düsenkörper-Innenraumes 25 mit vergleichsweise kleinem Durchmesser
10 dient zur Führung der ersten Düsennadel 21 innerhalb des Düsenkörpers 20.
Auch diese Führungspassung 49 ist so konzipiert, dass sich ein Leckspalt
ergibt. Der erste Steuerraum 47 ist somit über den zweiten Leckspalt 49 mit
dem zylindrischen Raum 42 hydraulisch verbunden, der seinerseits - über die
Ausnehmungen 43 bis 45 - vom Ringraum 17 des Injektorkörpers 10 her
15 hochdruckbeaufschlagt ist. Der sich oberhalb der Düsennadel 21
erstreckende Innenraum 32 des Übersetzerkolbens 33 ist ebenfalls mit dem
hochdruckbeaufschlagten Ringraum 17 des Injektorkörpers 10 hydraulisch
verbunden, und zwar über eine seitliche Bohrung 50 im Übersetzerkolben 33.
Der obere (verdickte) Abschnitt 31 der ersten Düsennadel 21 ist so im
20 Übersetzerkolben 33 geführt, dass sich ein (weiterer) Leckspalt 51 (s. Fig. 2)
ergibt. Auch über diesen (dritten) Leckspalt 51 ist somit eine hydraulische
Verbindung zwischen dem ersten Steuerraum 47 und dem
hochdruckbeaufschlagten Ringraum 17 des Injektorkörpers 10 hergestellt.

25 Eine weitere Besonderheit besteht darin, dass innerhalb der
Axialausnehmung 39 - zwischen deren Absatz 38 und dem Absatz 40 der
zweiten Düsennadel 41 - ein (zweiter) innerer Steuerraum 52 ausgebildet ist,
der mit dem ersten (äußeren) Steuerraum 47 in hydraulischer Verbindung
steht. Der zweite (innere) Steuerraum 52 besitzt ein kleineres Volumen als
30 der erste (äußere) Steuerraum 47. Die hydraulische Verbindung der beiden
Steuerräume erfolgt durch eine die erste Düsennadel 21 im Bereich ihres
Absatzes 38 schräg durchsetzende Bohrung 53.

Wie des Weiteren insbesondere aus Fig. 2 hervorgeht, ist in dem Innenraum
5 32 des Übersetzerkolbens 33 eine (zweite) Schraubendruckfeder 54
angeordnet, die auf die erste Düsennadel 21 eine in Schließrichtung (Pfeil
55) gerichtete Kraft ausübt. Durch die (zweite) Druckfeder 54 wird die erste
Düsennadel 21 während der Pausen zwischen den Einspritzvorgängen und
bei Stillstand des Fahrzeugs geschlossen gehalten. In Fig. 1 und 2 ist die
10 Öffnungsstellung der beiden Düsennadeln 21 und 41 gezeigt. In dieser
Stellung findet ein Einspritzvorgang statt, an dem sämtliche
Austrittsöffnungen - beim dargestellten Beispiel also die Bohrungen 26 bis
29 - beteiligt sind. Hierbei gelangt aus dem zylindrischen Druckraum 42
Kraftstoff durch die Austrittsbohrungen 26 bis 29 in den (nicht dargestellten)
15 Zylinderbrennraum der Brennkraftmaschine.

Der am unteren Ende des Übersetzerkolbens 33 ausgebildete erste
Steuerraum 47 dient zum hydraulischen Längenausgleich und als
hydraulischer Übersetzer für die Dehnungsbewegung des Piezoaktors 16
20 bezüglich der ersten Düsennadel 21.

Fig. 1 und 2 (insbesondere Fig. 2) machen weiterhin deutlich, dass das
piezoaktorseitige (obere) Ende der zweiten Düsennadel 41 von im Inneren
des Übersetzerkolbens 33 angeordneten dritten Federmitteln 56 in Richtung
25 Schließstellung (Pfeil 55) beaufschlagt ist. Es handelt sich bei den dritten
Federmitteln 56 um eine Schraubendruckfeder, die konzentrisch zu den
zweiten Federmitteln (Schraubendruckfeder 54) angeordnet und von diesen
umschlossen ist und sich einerseits an der zweiten Düsennadel 41,
andererseits am piezoaktorseitigen (oberen) Ende des Übersetzerkolben-
Innenraumes 32 abstützt. Hierzu ist am piezoaktorseitigen (oberen) Ende der
30 zweiten Düsennadel 41 ein Absatz 57 ausgebildet, an den sich ein Zapfenteil
58 mit geringerem Durchmesser anschließt, auf dem die
Schraubendruckfeder 56 angeordnet ist.

Wie des Weiteren insbesondere aus Fig. 2 hervorgeht, weist die von der
5 zweiten Düsennadel 41 durchsetzte Axialausnehmung 39 der ersten
Düsennadel 21 in ihrem düsenaustrittsseitigen (unteren) Bereich eine
Durchmessererweiterung auf. Hierdurch entsteht ein den
düsenaustrittsseitigen (unteren) Bereich der zweiten Düsennadel 41
umgebender ringzylindrischer Hohlraum 59. In die erste Düsennadel 21 ist
10 eine Radialbohrung 60 eingearbeitet, die den zylindrischen Druckraum 42 mit
dem ringzylindrischen Hohlraum 59 hydraulisch verbindet.

Eine weitere Besonderheit besteht darin, dass der die Düsen-
Austrittsöffnungen 26 bis 29 enthaltende (untere) Endbereich 61 des
15 Düsenkörpers 20 und die - jeweils als Schließkörper fungierenden -
Endabschnitte 62, 63 der beiden Düsennadeln 21 bzw. 41 konisch
ausgebildet sind, so dass sich die Endabschnitte 62, 63 der Düsennadeln 21
bzw. 41 in gemeinsamer Schließ- bzw. Öffnungsstellung (Fig. 1 und 2) zu
einer einheitlichen Konusfläche ergänzen. Die Düsen-Austrittsöffnungen 26
20 bis 29 und die konischen Endabschnitte 62, 63 der beiden Düsennadeln 21
bzw. 41 sind in ihren Abmessungen bzw. ihrer Lage so aufeinander
abgestimmt, dass die beiden radial innen liegenden Düsen-
Austrittsöffnungen 26, 27 vom konischen Endabschnitt 63 der zweiten
Düsennadel 41 betätigt werden und die beiden radial äußeren Düsen-
25 Austrittsöffnungen 28, 29 mit dem konischen Endabschnitt 62 der ersten
Düsennadel 21 zusammenwirken.

Der im Vorstehenden beschriebene Injektor arbeitet wie folgt:
Der Piezoaktor 16 ist in Spritzpausen unbestromt. Wird nun der Piezoaktor
30 16 elektrisch angesteuert, so dehnt er sich aus und bewegt den
Übersetzerkolben 33 gegen die Kraft der Federn 35, 54 und 56 (in
Pfeilrichtung 55) nach unten. Das Volumen der Steuerräume 47 und 52
verkleinert sich, und der Druck in den Steuerräumen 47, 52 steigt. Dadurch

wird auf die beiden Düsennadeln 21 und 41 eine Kraft in Öffnungsrichtung
(Pfeil 36) ausgeübt. Sobald die öffnende Kraft die schließenden Druck- und
Federkräfte übersteigt, bewegt sich diejenige Düsennadel in Öffnungs-
richtung (Pfeil 36), die einer geringeren Öffnungskraft bedarf. Dies ist bei
dem in Fig. 1 und 2 gezeigten Ausführungsbeispiel die zweite (innere)
Düsennadel 41. Denn bei dieser ist die dem Brennraum der
Brennkraftmaschine zugewandte Druckfläche kleiner als die der ersten
(äußeren) Düsennadel 21. Sobald die zweite (innere) Düsennadel 41 öffnet,
sinkt der Druck in den Steuerräumen 47, 52 nicht weiter ab. Nach kurzem
Hub (ca. 0,1 mm, je nach hydraulischem Durchfluß) schlägt die zweite
Düsennadel 41 an ihrem oberen Anschlag an, wobei das Zapfenteil 58 mit
der inneren (oberen) Stirnfläche des Übersetzerkolbens 33 zur Anlage
kommt. Um jetzt auch die erste (äußere) Düsennadel 21 in ihre Öffnungs-
stellung (Fig. 1 und 2) zu bewegen, bedarf es einer (weiteren) Erhöhung der
am Piezoaktor 16 anliegenden elektrischen Spannung. Der Piezoaktor 16
dehnt sich dadurch nochmals in Axialrichtung (Pfeil 55) so weit aus, dass
sich nunmehr auch die erste Düsennadel 21 in Öffnungsstellung (Fig. 1 und
2) bewegt und die Düsenaustrittsöffnungen 28, 29 freigibt. Infolge der durch
den Übersetzerkolben 33 bewirkten Wegübersetzung vermag die erste
Düsennadel 21 einen maximalen Hub auszuführen, der deutlich über dem
Hub des Piezoaktors 16 liegt. (Da die erste Düsennadel 21 von innen und
außen mit Kraftstoff versorgt wird, kann der Hub deutlich unter 200 µm
liegen.) Sobald die Düsennadeln 21, 41 den Hubbereich der Sitzdrosselung
verlassen haben, sind sie druckausgeglichen. Der Piezoaktor 16 muss dann
über den Übersetzerkolben 33 den Druck in den Steuerräumen 47, 52 nur
noch so weit über dem Hochdruck (Raildruck) des bei 18 (Fig. 1)
zugeführten Kraftstoffs halten, dass die Widerstände der Federn 35, 54 und

5 56 überwunden werden. Die längstmögliche Ansteuerdauer wird durch die
Leckage aus den Steuerräumen 47, 52 bestimmt. Sinkt der Druck in den
Steuerräumen 47, 52 auf den Raildruck ab, so schließen die Düsennadeln
21, 41. Zum aktiven Schließen der Düsennadeln 21, 41 muss die am
Piezoaktor 16 anliegende elektrische Spannung auf Null reduziert werden.
Der Piezoaktor 16 zieht sich daraufhin zusammen, und der Druck in den
10 Steuerräumen 47, 52 sinkt unter den Raildruck. Dadurch erfahren die
Düsennadeln 21, 41 schließende Kräfte, bewegen sich in Pfeilrichtung 55
und schließen die Düsen-Austrittsöffnungen 26 bis 29. Die erste (äußere)
Druckfeder 35 verhindert, dass der Piezoaktor 16 sich vom Übersetzerkolben
33 trennt.

15 Bei dem in Fig. 1 und 2 gezeigten Ausführungsbeispiel sind also die
Volumina der Steuerräume 47, 52 und die von den Steuerraumdrücken bzw.
von dem Druck der Kraftstoffzuführung 18, 19 bzw. vom Federmitteldruck
beaufschlagten Flächen der Düsennadeln 21, 41 so aufeinander abgestimmt,
20 dass sich die beiden Düsennadeln 21, 41 durch Veränderung der am
Piezoaktor 16 anliegenden elektrischen Spannung nacheinander öffnen und
- durch Wegnahme der Spannung vom Piezoaktor 16 - gleichzeitig schließen
lassen.

25 Im Folgenden sei anhand eines einfachen Rechenbeispiels gezeigt, welche
Kräfte und welche Leistungen benötigt werden, um die beschriebenen
Funktionen auszuführen:

Bei einem Außendurchmesser der zweiten (inneren) Düsennadel 41 von
1,7 mm (Sitzdurchmesser: 1,6 mm) werden bei 1600 bar Raildruck 321 N
30 benötigt, um die zweite Düsennadel 41 in Öffnungsstellung (Fig. 1 und 2) zu
bewegen. Bei einer Hubübersetzung von 4:1 für die zweite Düsennadel 41
entspricht dies 1284 N Piezokraft, zuzüglich der Federkräfte. Sobald die

zweite Düsennadel 41 einige Mikrometer geöffnet ist, nimmt die notwendige
(weitere) Öffnungskraft sehr stark ab, da der Druck an der Nadelunterseite
steigt. Wenn die zweite Düsennadel 41 ihren vollen Hub erreicht hat
- 0.08 mm sind ausreichend, da die radial innenliegenden Düsen-
Austrittsöffnungen 26, 27 in diesem Beispiel den kleineren hydraulischen
Durchfluß aufweisen -, hat sich der Piezoaktor 16 um 0.02 mm verlängert
(unter Vernachlässigung der Leckageverluste und der Kompressibilität). Um
nun die erste (äußere) Düsennadel 21 mit einem Innendurchmesser (= innerer
Sitzdurchmesser) von 2,0 mm und einem Aussendurchmesser von 2,8 mm zu öffnen,
wird eine Kraft von 482,54 N benötigt. Bei einer Hubübersetzung von 1:3 entspricht
dies einer Kraft von 1450 N am Piezoaktor 16. Diese Kraft ist höher als die
Öffnungskraft der zweiten (inneren) Düsennadel 41.

(Bei entsprechend andersartiger Wahl der Hubübersetzung für die erste und
die zweite Düsennadel (21 bzw. 41) kann - bei Bedarf - auch erreicht werden,
dass zuerst die erste (äußere) Düsennadel (21) und erst anschließend die
zweite (innere) Düsennadel (41) öffnet.)

Um den notwendigen Öffnungshub der ersten Düsennadel (21) von 0,15 mm zu
erreichen - mehr ist nicht notwendig, da die erste Düsennadel (21) von
innen und außen mit Kraftstoff versorgt wird -, muss der Piezoaktor (16) sich
nochmals um 0,05 mm längen. Damit ergibt sich in diesem Beispiel ein
notwendiger Gesamthub des Piezoaktors (16) von ca. 0,075 mm, zuzüglich
Verlusten von Leckage und Kompressibilität. Unter der Annahme, dass
insgesamt weitere 0,025 mm Piezoaktorhub zur Kompensation der Verluste
benötigt werden, kann ein Piezoaktor, der die aus Fig. 3 ersichtliche und mit
64 bezeichnete Kraft-Weg-Kurve erfüllt, verwendet werden.

- 5 Bei einer Vergrößerung des Sitzwinkels und einer etwas knapperen
Auslegung der notwendigen Hübe von erster und zweiter Düsennadel (21
bzw. 41) lassen sich auch deutlich kleinere Werte für Maximalkraft und Hub
erreichen. So würde etwa bei einem Sitzwinkel von 90° (bei dem in Fig. 1
und 2 gezeigten Ausführungsbeispiel sind die Sitzwinkel etwas kleiner als
10 90°) die zweite (innere) Düsennadel 41 nur noch einen Hub von $60\text{ }\mu\text{m}$ und
die erste (äußere) Düsennadel 21 nur noch einen Hub von $100\text{ }\mu\text{m}$
benötigen. Damit ergäbe sich bei gleichen Übersetzungsverhältnissen und
gleichem Zuschlag für Leckage ein deutlich kleinerer Maximalhub des
Piezoaktors 16 von nur $80\text{ }\mu\text{m}$ (s. Kurve 65 in Fig. 3).

5

PATENTANSPRÜCHE

10

1. Injektor für Kraftstoff-Einspritzsysteme von Brennkraftmaschinen, insbesondere von direkteinspritzenden Dieselmotoren, mit einem in einem Injektorkörper (10) angeordneten Piezoaktor (16), der über erste Federmittel (35) einerseits mit dem Injektorkörper (10), andererseits mit einem hülsenartigen Übersetzerkolben (33) in Anlage gehalten wird, mit einem mit dem Injektorkörper (10) verbundenen, mindestens eine Düsen-Austrittsöffnung (26 - 29) aufweisenden Düsenkörper (20), in dem eine abgestufte (erste) Düsennadel (21) axial verschieblich geführt ist, mit innerhalb des Übersetzerkolbens (33) angeordneten zweiten Federmitteln (54), welche - zusammen mit dem rückseitig auf die (erste) Düsennadel (21) einwirkenden Einspritzdruck - die (erste) Düsennadel (21) in Schließstellung halten und mit einem am düsenadelseitigen Ende des Übersetzerkolbens (33) ausgebildeten (äußeren) Steuerraum (47), der über mindestens einen Leckspalt mit einer unter Einspritzdruck stehenden Kraftstoffzuführung (18) in Verbindung steht, wobei die (erste) Düsennadel (21) durch den im (äußeren) Steuerraum (47) befindlichen Kraftstoff in Öffnungsrichtung (55) beaufschlagt ist, und wobei die (erste) Düsennadel (21) mit einem rückwärtigen Bereich (31), der einen größeren Durchmesser aufweist als ein düsenaustrittsseitiger Bereich der (ersten) Düsennadel (21), in den Innenraum (32) des Übersetzerkolbens (33) eingepasst ist, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Düsennadel (21) eine

15

20

25

30

5 durchgehende, konzentrische, durch einen Absatz (38) abgestufte
Axialausnehmung (39) aufweist, in der eine ebenfalls durch einen Absatz
(40) entsprechend abgestufte zweite Düsennadel (41) axial verschieblich
eingepasst ist, dass innerhalb der Axialausnehmung (39) - zwischen
deren Absatz (38) und dem Absatz (40) der zweiten Düsennadel (41) - ein
10 (zweiter) innerer Steuerraum (52) ausgebildet ist, der mit dem äußeren
(ersten) Steuerraum (47) in hydraulischer Verbindung steht, und dass die
Steuerraumvolumina und die von den Steuerraumdrücken bzw. von dem
Druck der Kraftstoffzuführung (18, 19) bzw. vom Federmitteldruck
beaufschlagten Flächen der Düsennadeln (21, 41) so aufeinander
15 abgestimmt sind, dass sich die beiden Düsennadeln (21, 41) durch
Veränderung der am Piezoaktor (16) anliegenden elektrischen Spannung
nacheinander öffnen lassen.

2. Injektor nach Anspruch 1,

20 dadurch gekennzeichnet, dass die flüssigkeitsdruckbeaufschlagten
Flächen der zweiten Düsennadel (41) im Verhältnis zu den
flüssigkeitsdruckbeaufschlagten Flächen der ersten Düsennadel (21) so
konzipiert sind, dass sich die zweite Düsennadel (41) bereits bei einem
vglw. niedrigen Steuerraumdruck (vglw. niedrige Piezoaktorspannung),
25 die erste Düsennadel (21) dagegen erst bei vglw. hohem
Steuerraumdruck (vglw. hohe Piezoaktorspannung) öffnen lässt.

3. Injektor nach Anspruch 1 oder 2,

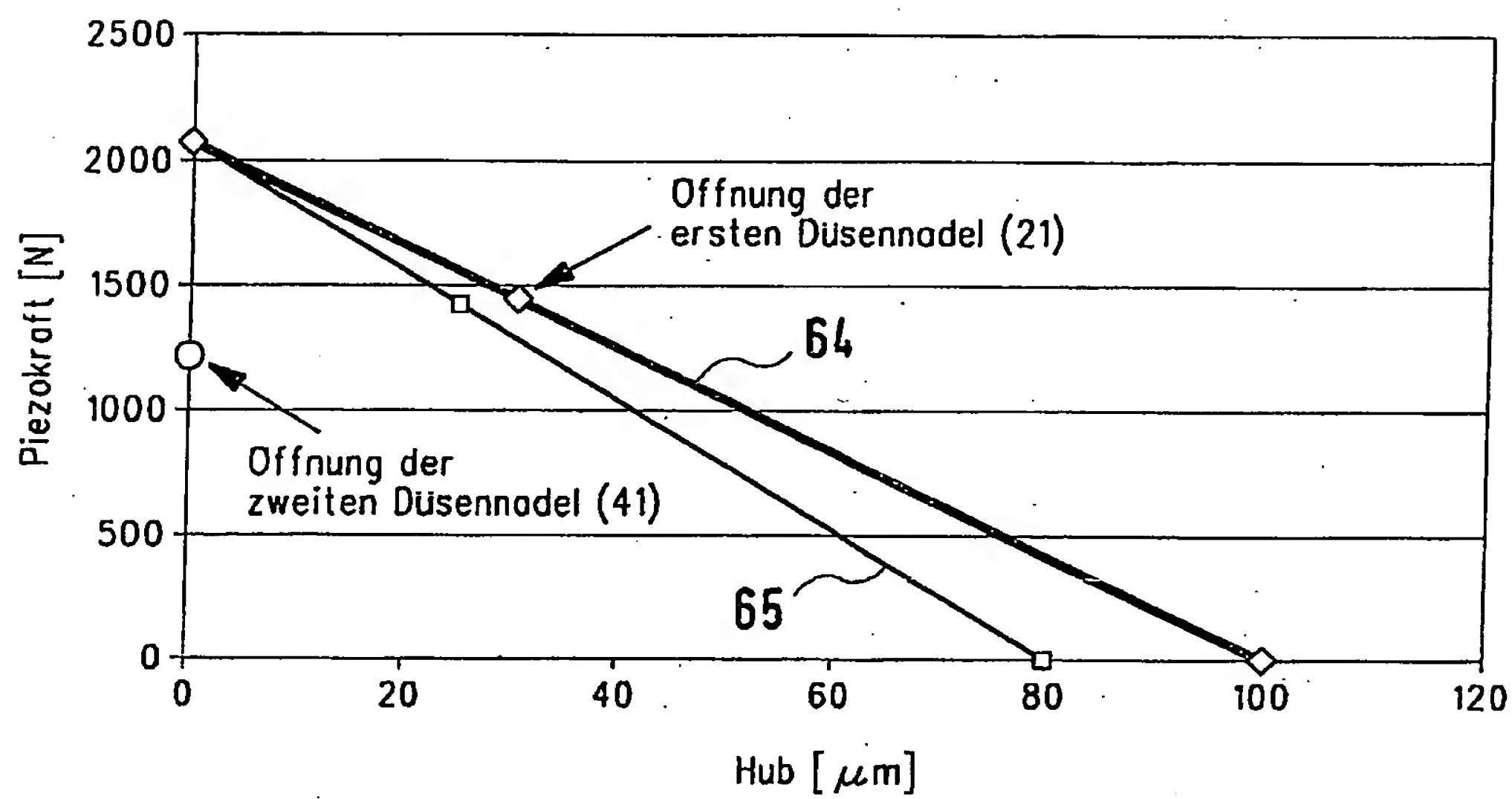
30 dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Steuerräume (47, 52) durch
eine die erste Düsennadel (21) durchsetzende Bohrung (53) hydraulisch
miteinander verbunden sind.

- 14 -

4. Injektor nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche, wobei
5 der Innenraum (32) des Übersetzerkolbens (33) mit der
Kraftstoffzuführung (18) hydraulisch verbunden ist,
dadurch gekennzeichnet, dass das piezoaktorseitige (obere) Ende der
zweiten Düsennadel (41) von im Inneren des Übersetzerkolbens (33)
angeordneten dritten Federmitteln (56) in Richtung Schließstellung (Pfeil
10 55) beaufschlagt ist.
5. Injektor nach Anspruch 4, wobei als die erste Düsennadel (21) in
Schließrichtung (Pfeil 55) beaufschlagende Federmittel eine
Schraubendruckfeder (54) dient, die coaxial zur ersten Düsennadel (21)
15 angeordnet ist und sich einerseits an deren rückseitiger Stirnfläche,
andererseits am piezoaktorseitigen (oberen) Ende des Übersetzerkolben-
Innenraumes (32) abstützt,
dadurch gekennzeichnet, dass auch die dritten Federmittel eine
Schraubendruckfeder (56) sind, welche konzentrisch zu den zweiten
20 Federmitteln (Schraubendruckfeder 54) angeordnet und von diesen
umschlossen ist und sich einerseits an der zweiten Düsennadel (41)
andererseits am piezoaktorseitigen (oberen) Ende des Übersetzerkolben-
Innenraumes (32) abstützt.
- 25 6. Injektor nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet, dass am piezoaktorseitigen (oberen) Ende der
zweiten Düsennadel (41) ein Absatz (57) ausgebildet ist, an den sich ein
Zapfenteil (58) mit geringerem Durchmesser anschließt, und dass die als
dritte Federmittel fungierende Schraubendruckfeder (56) auf dem
30 Zapfenteil (58) angeordnet ist.

- 5 7. Injektor nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche, wobei
im düsenaustrittsseitigen Bereich des Düsenkörpers (20) ein die erste
Düsennadel (21) konzentrisch umgebender zylindrischer Druckraum (42)
ausgebildet ist, der mit der unter Einspritzdruck (Hochdruck) stehenden
Kraftstoffzuführung (18) hydraulisch verbunden ist,
10 dadurch gekennzeichnet, dass die von der zweiten Düsennadel (41)
durchsetzte Axialausnehmung (39) der ersten Düsennadel (21) in ihrem
düsenaustrittsseitigen (unteren) Bereich eine Durchmessererweiterung
aufweist, derart, dass ein den düsenaustrittsseitigen (unteren) Bereich der
zweiten Düsennadel (41) umgebender ringzylindrischer Hohlraum (59)
15 entsteht, und dass in die erste Düsennadel (21) mindestens eine
Radialbohrung (60) eingearbeitet ist, die den zylindrischen Druckraum
(42) mit dem ringzylindrischen Hohlraum (59) hydraulisch verbindet.
- 20 8. Injektor nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass der Düsenaustritt (61) des Düsenkörpers
(20) eine oder mehrere radial außen liegende, von der ersten (äußeren)
Düsennadel (21) betätigte Düsen-Austrittsöffnungen (28, 29) und eine
oder mehrere radial innen liegende Düsen-Austrittsöffnungen (26, 27)
aufweist, die von der zweiten (inneren) Düsennadel (41) betätigbar sind.
- 25 9. Injektor nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass der die Düsen-Austrittsöffnungen (26 - 29)
enthaltende (untere) Endbereich (61) des Düsenkörpers (20) und die
- jeweils als Schließkörper fungierenden - Endabschnitte (62, 63) der
30 beiden Düsennadeln (21 bzw. 41) konisch ausgebildet sind, wobei sich
die Endabschnitte (62, 63) der Düsennadeln (21 bzw. 41) in gemeinsamer
Schließ- bzw. Öffnungsstellung zu einer einheitlichen Konusfläche
ergänzen.

3 / 3

*Fig. 3*

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/001301

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES IPK 7 F02M45/08 F02M51/06 F02M61/18		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 7 F02M		
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data, PAJ		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 1 130 249 A (RODI POWER SYSTEMS INC) 5. September 2001 (2001-09-05) Absatz '0006! - Absatz '0022!; Abbildung 2a -----	1,4
A	US 5 899 389 A (PERR JULIUS P ET AL) 4. Mai 1999 (1999-05-04) Spalte 4, Zeile 57 - Spalte 8, Zeile 10; Abbildung 1 -----	1,6,8,9
A	EP 1 063 415 A (DELPHI TECH INC) 27. Dezember 2000 (2000-12-27) Absatz '0048! - Absatz '0050!; Abbildung 7a -----	1
A	DE 101 41 678 A (BOSCH GMBH ROBERT) 8. Mai 2003 (2003-05-08) Absatz '0006! - Absatz '0015!; Abbildung 3 ----- -/--	1,6,8,9
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen </div> <div> <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie </div> </div>		
<div style="display: flex;"> <div style="flex: 1;"> <p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :</p> <p>*A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>*E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>*L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>*O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>*P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> </div> <div style="flex: 1;"> <p>*T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>*X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>*Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>*Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p> </div> </div>		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 12. Oktober 2004		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts 09/11/2004
Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Nobre, S

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/001301

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>DE 32 28 079 A (BOSCH GMBH ROBERT)</p> <p>2. Februar 1984 (1984-02-02)</p> <p>Seite 6, Zeile 15 - Seite 13, Zeile 8;</p> <p>Abbildung 3</p> <p>-----</p>	1,5,8,9

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/001301

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1130249	A	05-09-2001	US 6279842 B1 CZ 20010733 A3 EP 1130249 A2	28-08-2001 16-10-2002 05-09-2001
US 5899389	A	04-05-1999	KEINE	
EP 1063415	A	27-12-2000	EP 1063415 A2 US 6513733 B1	27-12-2000 04-02-2003
DE 10141678	A	08-05-2003	DE 10141678 A1 BR 0205939 A CN 1466654 T WO 03018990 A2 EP 1423598 A2 US 2004065294 A1	08-05-2003 05-08-2003 07-01-2004 06-03-2003 02-06-2004 08-04-2004
DE 3228079	A	02-02-1984	DE 3228079 A1 GB 2124699 A ,B JP 59034479 A US 4516730 A	02-02-1984 22-02-1984 24-02-1984 14-05-1985